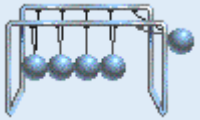
Profesor
Walker Meza



PITAGORAS
ACADEMIA

FÍSICA

GRUPO PITÁGORAS

FÍSICA MODERNA

RADIACIÓN DE UN CUERPO NEGRO

EFECTO FOTOELÉCTRICO

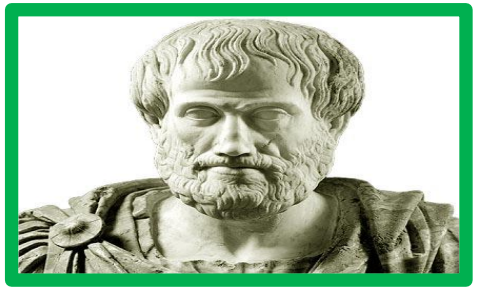
RAYOS X

FÍSICA MODERNA

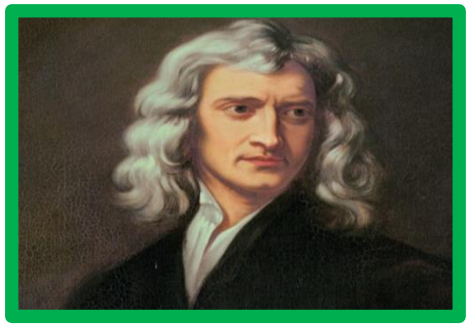
FÍSICA MODERNA

HASTA EL SIGLO XIX EXISTÍA LO QUE CONOCEMOS COMO FÍSICA CLÁSICA (COMO LA MECÁNICA O EL ELECTROMAGNETISMO). PERO A FINALES DE ESE SIGLO Y PRINCIPIOS DEL SIGUIENTE TUVIERON LUGAR UNA SERIE DE EXPERIMENTOS QUE NO PODÍAN EXPLICARSE MEDIANTE ESA FÍSICA CLÁSICA. PARA EXPLICARLOS SURGIERON UNA SERIE DE TEORÍAS QUE SE ENGLOBARON EN LO QUE SE CONOCE COMO FÍSICA MODERNA: LA FÍSICA CUÁNTICA Y LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD GENERAL.

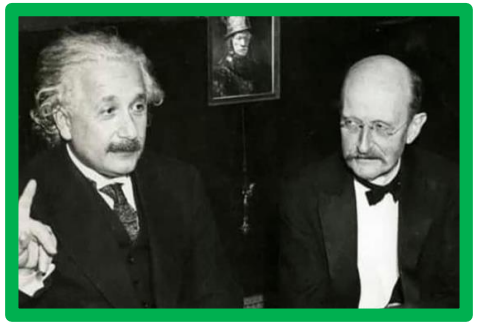
LA FÍSICA CUÁNTICA ESTÁ RELACIONADA CON EL MUNDO DE LOS OBJETOS MUY PEQUEÑOS. HABLAMOS DEL MUNDO SUBATÓMICO, DONDE SUCEDEN FENÓMENOS QUE LA FÍSICA CLÁSICA NO PUEDE EXPLICAR. PARA LA FÍSICA CLÁSICA HAY DOS GRANDES MUNDOS: EL DE LAS PARTÍCULAS Y EL DE LAS ONDAS. PARA LA FÍSICA CUÁNTICA ESTOS DOS MUNDOS SON EL MISMO: LAS PARTÍCULAS SE COMPORTAN COMO ONDAS Y LAS ONDAS COMO PARTÍCULAS.



FILOSOFÍA NATURAL



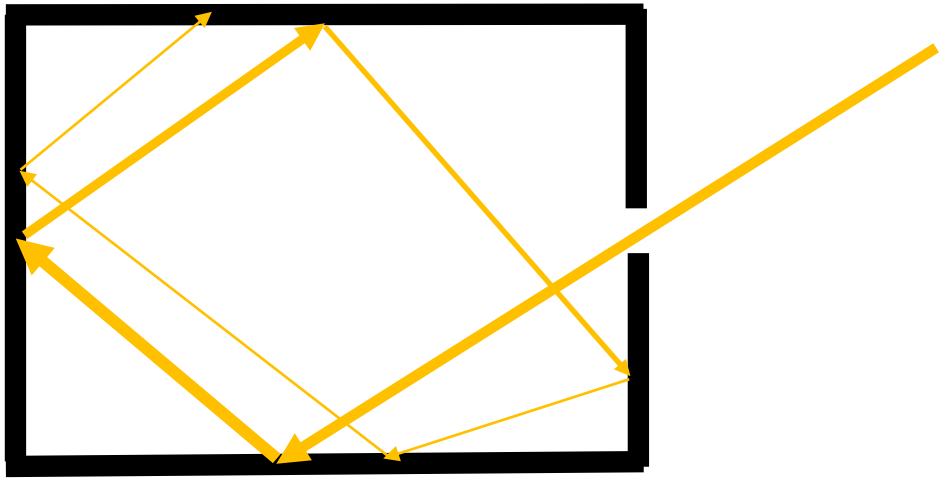
FÍSICA CLÁSICA



FÍSICA MODERNA

RADIACIÓN DE UN CUERPO NEGRO

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EMITIDA POR UN CUERPO DEBIDO A SU TEMPERATURA. ES PRODUCIDA POR EL MOVIMIENTO TÉRMICO DE LAS PARTÍCULAS CARGADAS QUE HAY EN LA MATERIA. TODOS LOS CUERPOS (SALVO AQUEL CUYA TEMPERATURA SEA EL CERO ABSOLUTO) EMITEN ESTA RADIACIÓN, SIENDO SU INTENSIDAD DEPENDIENTE DE LA TEMPERATURA.



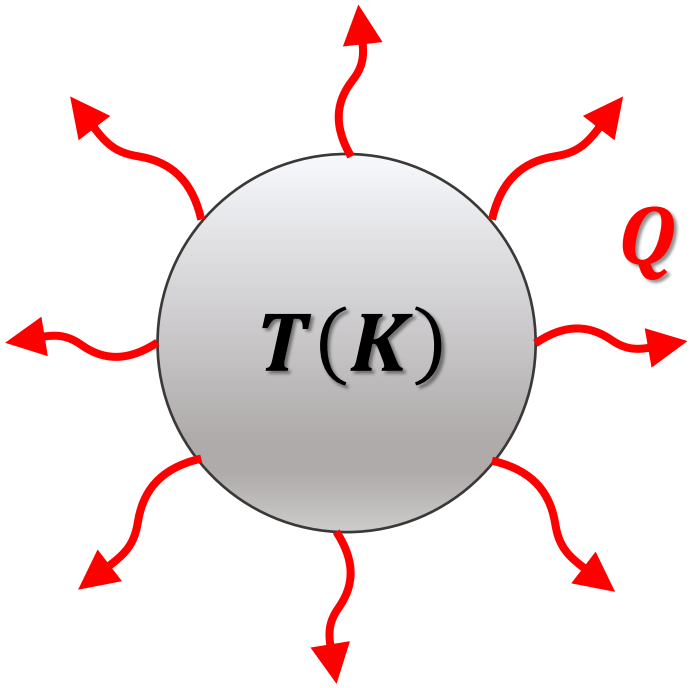
CUERPO NEGRO

UN CUERPO NEGRO, ES QUEL QUE ABORBE TODA LA RADIACIÓN INCIDENTE Y ES UN RADIADOR IDEAL.

LA RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA ESPONTÁNEAMENTE POR MUCHOS OBJETOS ORDINARIOS (POR EJEMPLO EL SOL O FILAMENTOS INCANDESCENTES) PUEDE APROXIMARSE A LA RADIACIÓN EMITIDA POR UN CUERPO NEGRO.

LEY DE STEFAN BOLTZMANN

A PARTIR DE LOS EXPERIMENTOS DE LESLIE Y HACIENDO USO DE UN SENSOR QUE TRANSFORMA LA RADIACIÓN QUE ABSORBE EN CORRIENTE (TERMOPILA), SE OBTIENE CUAN RÁPIDO UN CUERPO EMITE RADIACIÓN A TRAVÉS DE SU SUPERFICIE, SUPERFICIE CUYA ÁREA ES A Y TIENE UNA EMISIVIDAD e, AL ENCONTRARSE A UNA TEMPERATURA ABSOLUTA T MUCHO MAYOR QUE LA TEMPERATURA DE SU ENTORNO.



$$\frac{Q}{\Delta t} = eA\sigma T^4$$

$$\boldsymbol{\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}}$$

A ESTA CONSTANTE DE CALIBRACIÓN σ SE LE DENOMINA LA CONSTANTE DE STEFAN-BOLTZMANN

$$P = eA\sigma T^4$$

$$\frac{P}{A} = e\sigma T^4$$

$$I = e\sigma T^4$$

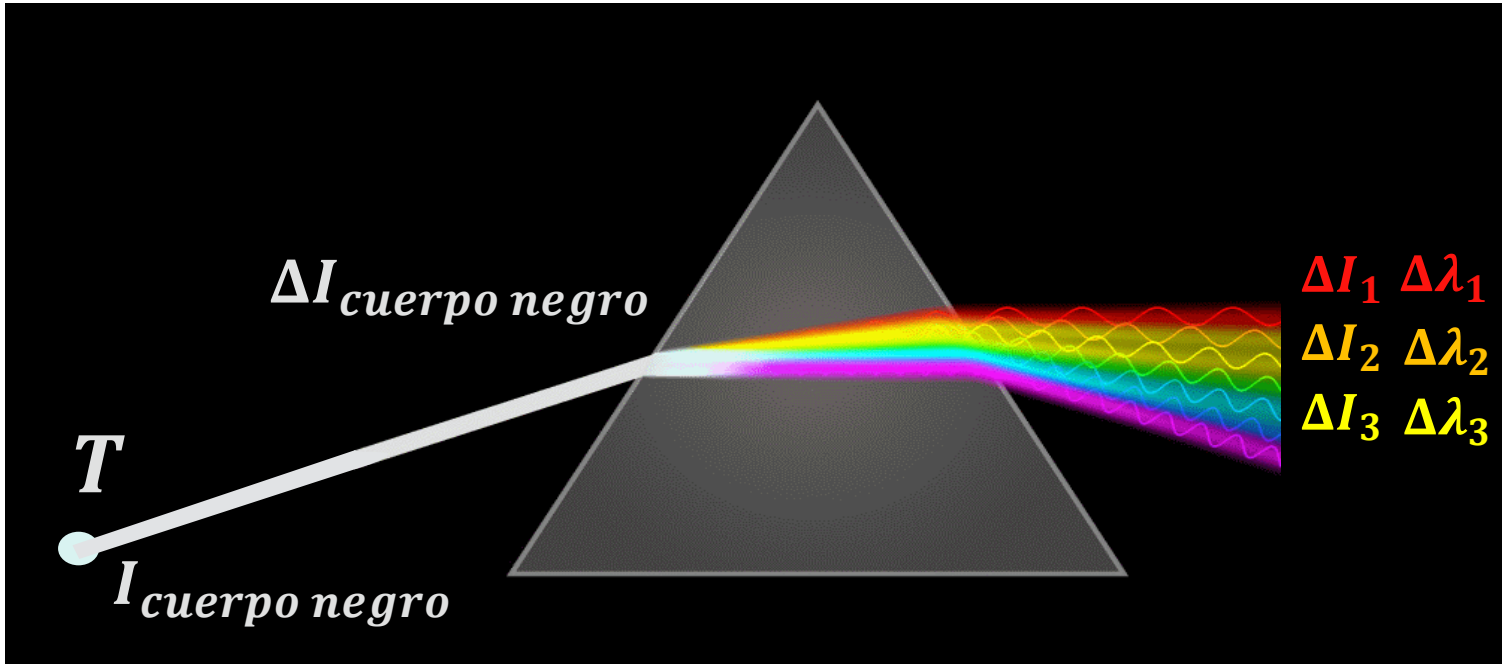
$$I = \sigma T^4$$

$e = 1$ (CUERPO NEGRO)

FÍSICA MODERNA

ESPECTRO DE EMISIÓN DEL CUERPO NEGRO

ES EL RESULTADO DE DESCOMPONER LA RADIACIÓN EMITIDA DEL CUERPO NEGRO. AL HACER ESTO PODEMOS HALLAR LA INTENSIDAD EN CADA INTERVALO DE LONGITUDES DE ONDA DE LAS RADIACIONES QUE LA COMPONEN

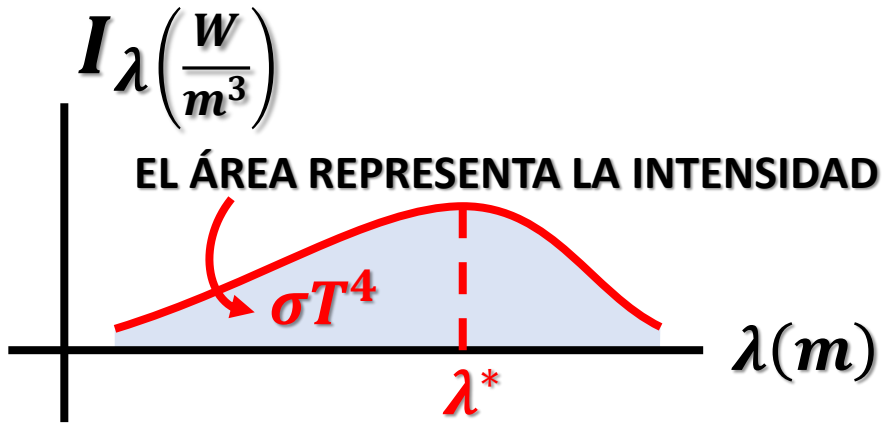


LAS DIVERSAS RADIACIONES QUE COMPONEN EL ESPECTRO DE EMISIÓN TIENEN INTENSIDADES DISTINTAS UNAS DE OTRAS, LAS CUALES CAMBIAN AL CAMBIAR LA TEMPERATURA DEL CUERPO EMISOR.

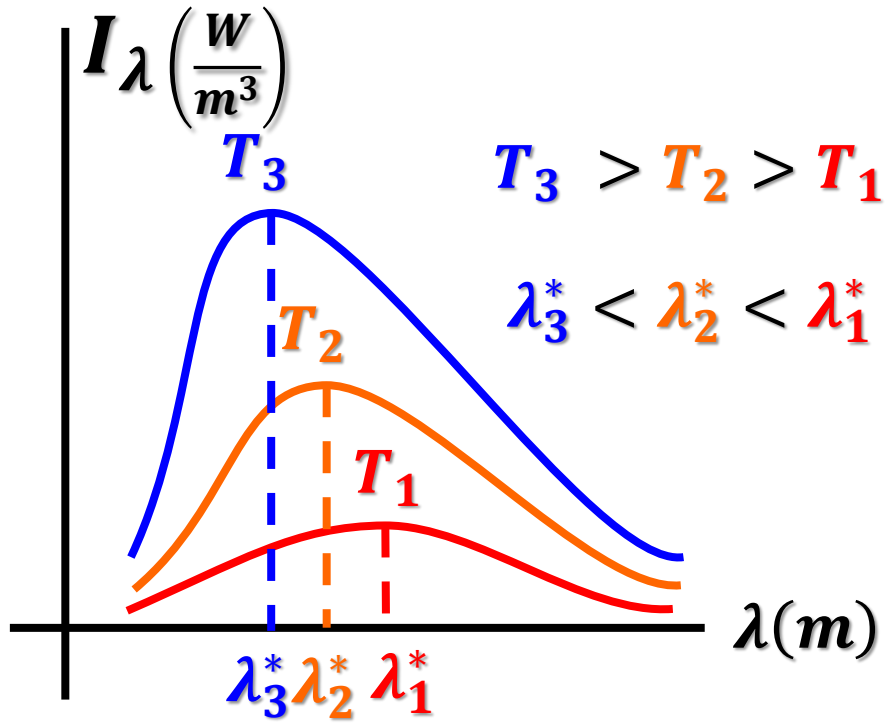
DESPLAZAMIENTO DE WIEN

DEFINIMOS LA IRRADIANCIA ESPECTRAL (I_λ) COMO LA INTENSIDAD POR LONGITUD DE ONDA, ES DECIR $I_\lambda = \frac{\Delta I}{\Delta \lambda}$ .ESTA RAZÓN CAMBIA CON LA LONGITUD DE ONDA DE LA RADIACIÓN. LA UNIDAD EN EL S.I. ES $\frac{W}{m^3}$

ESTA GRÁFICA CORRESPONDE LA RADIACIÓN DE CUERPO NEGRO A UNA TEMPERATURA T



ESTA ES LA LONGITUD DE ONDA DE LA RADIACIÓN MÁS EMITIDA A LA TEMPERATURA T.

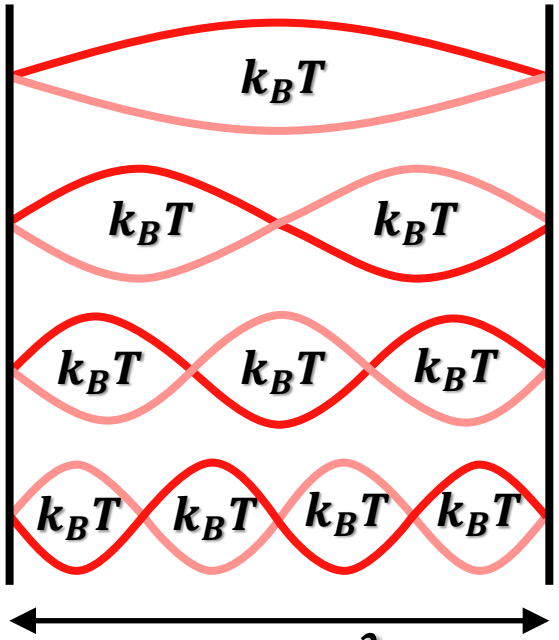


$$\lambda_1^* T_1 = \lambda_2^* T_2 = \lambda_3^* T_3 = 2,89 \times 10^{-3} m.K$$

FÍSICA MODERNA

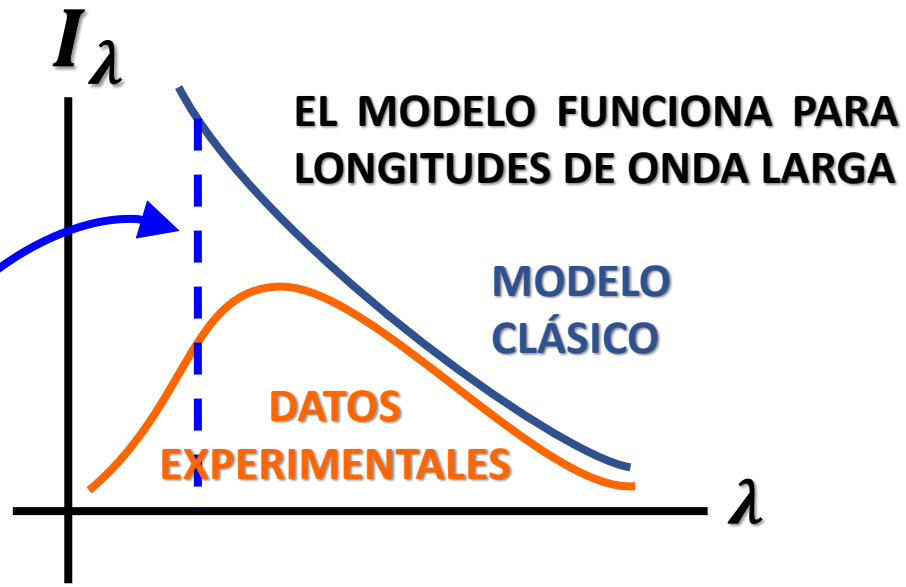
TEORÍA DE RAYLEIGH - JEANS

APROXIMADAMENTE EN EL AÑO 1900, RAYLEIGH Y JEANS PROPUSIERON QUE LA RADIACIÓN DENTRO DE CADA CAVIDAD DE VOLUMEN V CONSTA DE ONDAS ESTACIONARIAS CON NODOS EN LAS PAREDES: CALCULARON EL NÚMERO DE MODOS DE OSCILACIÓN (NÚMERO DE ANTINODOS) PARA UN INTERVALO DE LONGITUDES DE ONDA DADO.



$$L = N\frac{\lambda}{2}$$

$$I_{(\lambda;T)} = \frac{2\pi C K_B T}{\lambda^4}$$



EL MODELO FALLA PARA LONGITUDES DE ONDA CERCANA AL UV (CATÁSTROFE ULTRAVIOLETA)

FÍSICA MODERNA

EXPLICACIÓN DE PLANCK

MAX PLANCK EN EL AÑO 1900 PRESENTA UNA ECUACIÓN EMPÍRICA QUE SE AJUSTA A LAS CURVAS EXPERIMENTALES DEL ESPECTRO DE EMISIÓN DEL CUERPO NEGRO.

$$I_{(\lambda;T)} = \frac{2\pi C^2 h}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hC}{\lambda K_B T}} - 1\right)}$$

"h"
(CONSTANTE DE PLANCK)

HIPÓTESIS DE PLANCK

PARA CONSEGUIR LAS BASES FÍSICAS DE SU FÓRMULA, PLANCK HIZO ALGUNAS PROPUESTAS:

- LOS OSCILADORES ATÓMICOS PRESENTAN UNA ENERGÍA TOTAL QUE DEPENDE DE SU FRECUENCIA.

$$E_{TOTAL} = nhf$$

$$(h = 6{,}626x10^{-34}\ J \cdot s)$$

n: NÚMERO ENTERO O CUÁNTICO

- LA CAVIDAD ESTÁ COMPUESTA POR PEQUEÑOS OSCILADORES. ESTOS EMITEN LA RADIACIÓN O ABSORBEN EN CUANTOS

$$E_{CUANTO} = hf$$

FÍSICA MODERNA

CUANTIZACIÓN DE LA ENERGÍA

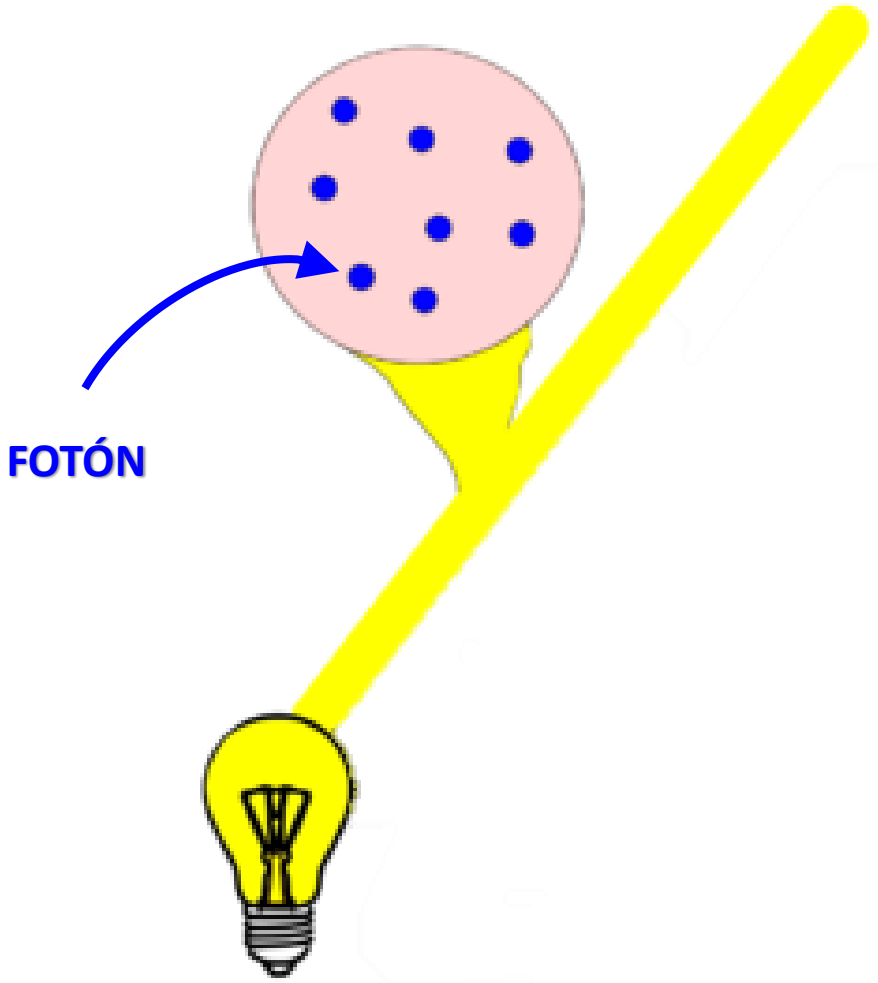
FUE PLANTEADA POR EL FÍSICO ALEMÁN A. EINSTEIN.

LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA ESTA COMPUESTA POR PEQUEÑOS PAQUETES LLAMADOS CUANTOS O FOTONES, CUYA ENERGÍA ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA FRECUENCIA DE LA FUENTE EMISORA DE LA RADIACIÓN.

$$E_{CUANTO} = hf$$

$$h = 6,626x10^{-34}\ J \cdot s$$

***f*: FRECUENCIA DE OSCILACIÓN (Hz)**



COMENTARIO

unidad

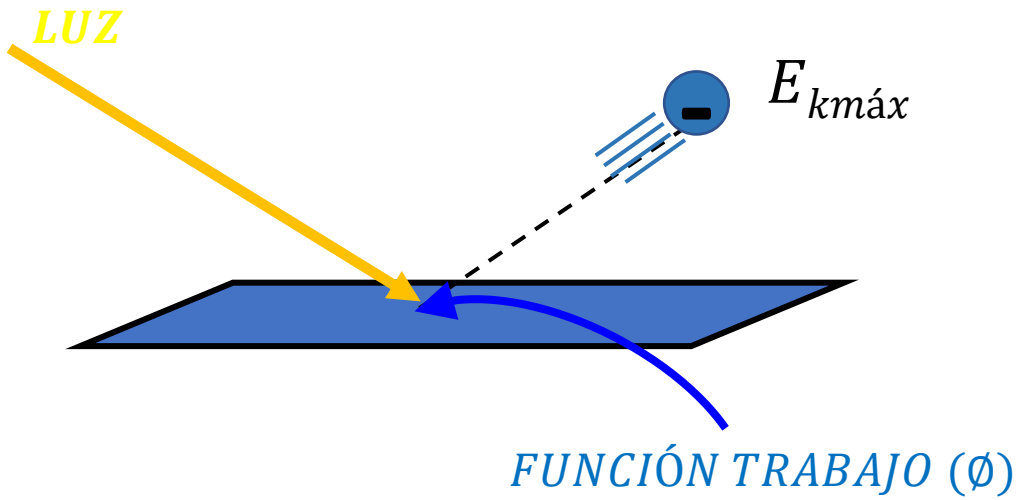
- $joule\ (J)$
- $electronvolt\ (eV)$

$$1eV = 1{,}6x10^{-19}J$$

EFECTO FOTOELÉCTRICO

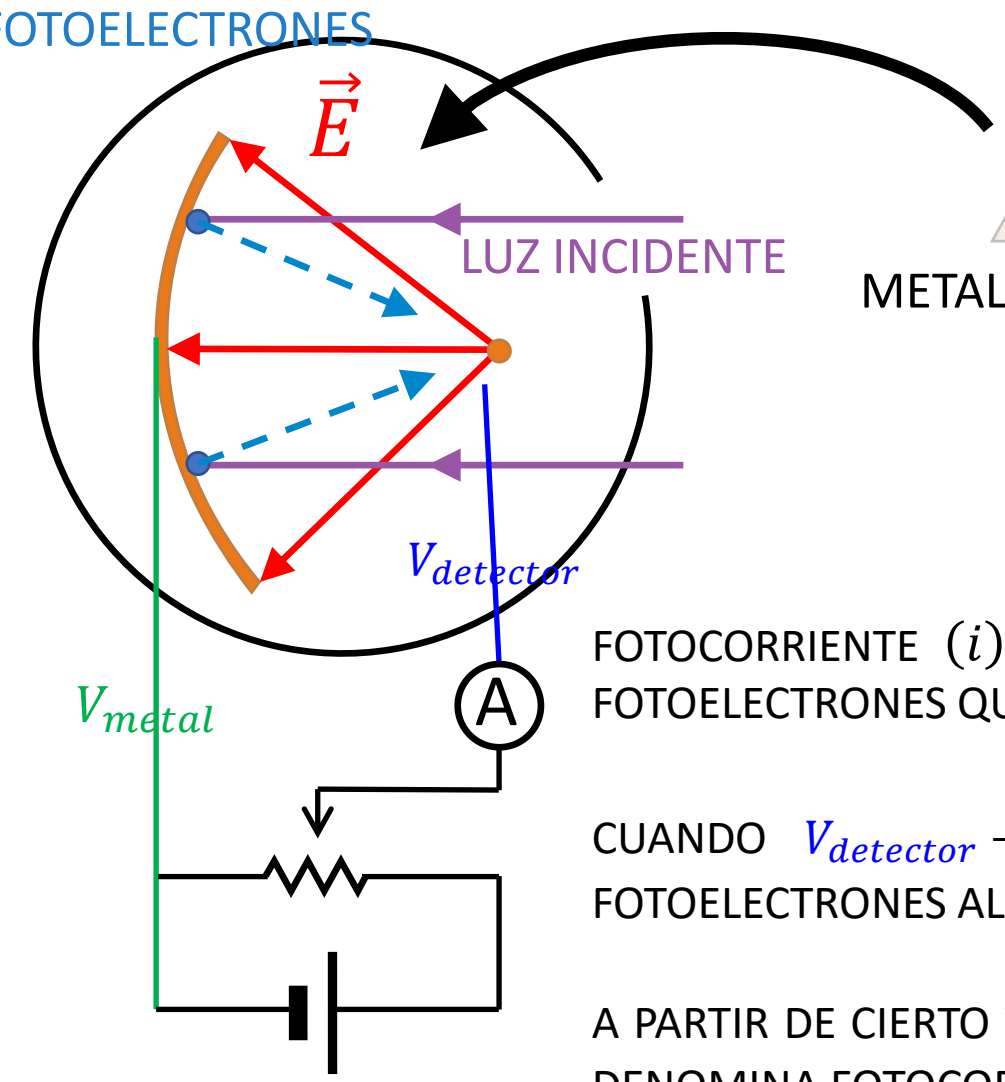
EL EFECTO FOTOELÉCTRICO CONSISTE EN LA EMISIÓN DE ELECTRONES PROVENIENTES DE UN METAL AL INCIDIR SOBRE ÉL RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA (LUZ VISIBLE O ULTRAVIOLETA, EN GENERAL)

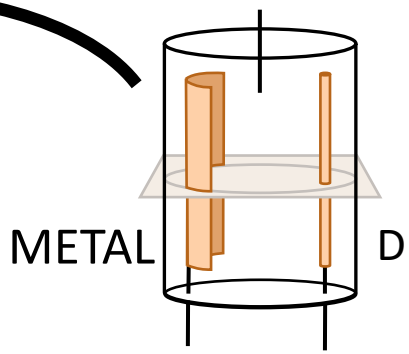
LAS PRIMERAS OBSERVACIONES DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO FUERON LLEVADAS A CABO POR HEINRICH HERTZ, EN 1887, EN SUS EXPERIMENTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y RECEPCIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.



FÍSICA MODERNA

VOLTAJE DE FRENADO (V_0)





FOTOELECTRONES: ELECTRONES EXTRAÍDOS POR LA LUZ QUE INCIDE SOBRE LA SUPERFICIE DEL METAL

DETECTOR DE LOS FOTOELECTRONES

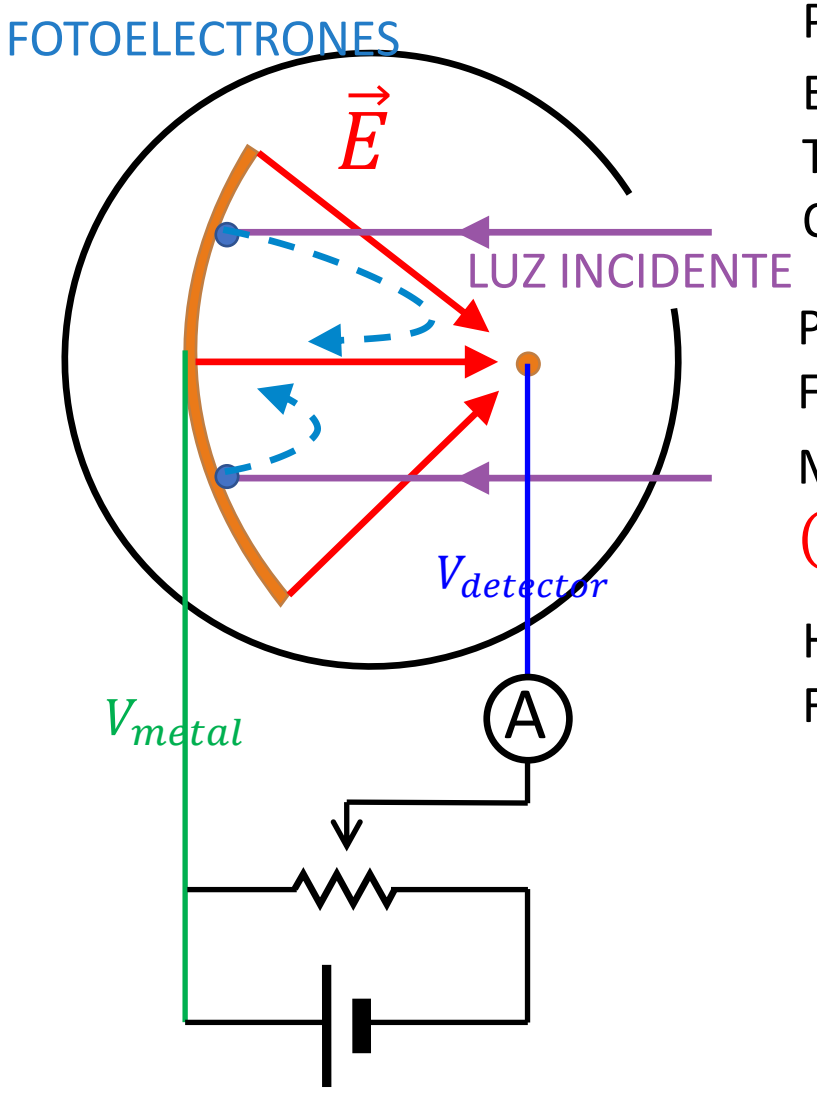
TUBO DE VACÍO: ESTO ES PARA QUE LOS ELECTRONES QUE SALEN DEL METAL PUEDAN LLEGAR AL DETECTOR

FOTOCORRIENTE (i): MEDIDA POR EL AMPERÍMETRO. ES PRODUCIDA POR LOS FOTOELECTRONES QUE INCIDEN SOBRE EL DETECTOR

CUANDO $V_{detector} - V_{metal} > 0$, EL CAMPO ELÉCTRICO $\vec{E}$ DIRIGE A MÁS FOTOELECTRONES AL DETECTOR QUE EN EL CASO QUE $\vec{E} = \vec{0}$.

A PARTIR DE CIERTO VOLTAJE, LA FOTOCORRIENTE NO CAMBIA SU VALOR, A ESA DE DENOMINA FOTOCORRIENTE DE SATURACIÓN (i_S)

FÍSICA MODERNA



PERO CUANDO $V_{detector} - V_{metal} \leq 0$, DEBIDO AL CAMPO ELÉCTRICO $\vec{E}$ LOS ELECTRONES SON DESVIADOS O FRENADOS Y NO TODOS LLEGAN AL DETECTOR SIENDO LA FOTOCORRIENTE MENOR QUE CUANDO $V_{detector} - V_{metal} > 0$

PARA QUE LA FOTOCORRIENTE i SEA CERO DEBEMOS FRENAR EL FOTOELECTRÓN CON MAYOR ENERGÍA CINÉTICA. AL VOLTAJE MÍNIMO PARA EL CUAL $i = 0$ SE DENOMINA VOLTAJE DE FRENADO (V_0).

HALLANDO EL TRABAJO DEL CAMPO PARA FRENAR AL FOTOELECTRÓN CON $E_{k_{MAX}}$ ANTES DE LLEGAR AL DETECTOR

$$W^{NETO} = \Delta E_k \Rightarrow W^{F_E}_{metal \to detector} = E_{k_F} - E_{k_I}$$

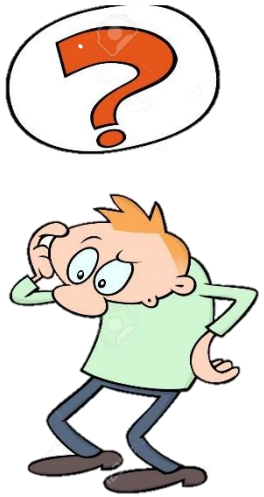
$$(-e)(V_{metal} - V_{detector}) = 0 - E_{k_{MAX}}$$

$$\boxed{E_{k_{MAX}} = eV_0}$$

FÍSICA MODERNA

ANÁLISIS DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO POR LOS FÍSICOS CLÁSICOS

- LA INTENSIDAD DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA DEPENDE DE SU AMPLITUD $\left(\langle I_{OEM}\rangle = \frac{1}{2}\mathrm{E}E_{max}^2 C\right)$, PERO NO DE SU FRECUENCIA. ASÍ, EL EFECTO FOTOELÉCTRICO DEBE OCURRIR PARA CUALQUIER FRECUENCIA DE LA LUZ, Y EL VALOR DE LA FOTOCORRIENTE NO DEBE DEPENDER DE LA FRECUENCIA DE LA LUZ.



- SI LA LUZ QUE INCIDE SOBRE LA SUPERFICIE ES MUY DÉBIL, PUEDE TRANSCURRIR ALGÚN TIEMPO ANTES DE QUE LA ENERGÍA TOTAL ABSORBIDA POR LA SUPERFICIE SEA SUFICIENTE PARA LA PRODUCCIÓN DE LOS FOTOELECTRONES. POR LO TANTO, PARA ILUMINACIÓN DÉBIL, SE ESPERA UN TIEMPO DE RETARDO ENTRE EL MOMENTO EN QUE ENCIENDE LA LUZ Y CUANDO APARECEN FOTOELECTRONES.

- DEBIDO A QUE LA ENERGÍA SUMINISTRADA A LA SUPERFICIE DEL METAL DEPENDE DE LA INTENSIDAD DE LA ILUMINACIÓN, SE ESPERA QUE EL POTENCIAL DE FRENADO AUMENTE CON EL AUMENTO DE INTENSIDAD DE LUZ. COMO LA INTENSIDAD NO DEPENDE DE LA FRECUENCIA, SE ESPERA, ADEMÁS, QUE EL POTENCIAL DE FRENADO NO DEPENDA DE LA FRECUENCIA DE LA LUZ.

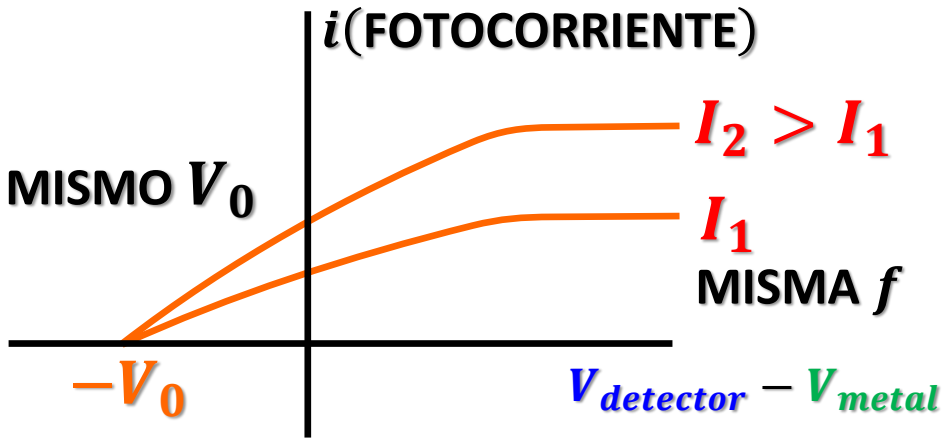
FÍSICA MODERNA

EXPERIMENTOS

EN 1902, PHILIPP LENARD OBTUVO LOS SIGUIENTES RESULTADOS EXPERIMENTALES CAMBIANDO LA FRECUENCIA f E INTENSIDAD I DE LA LUZ.

EL VOLTAJE DE FRENADO (V_0) NO DEPENDE DE LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN INCIDENTE.

PRIMER EXPERIMENTO:



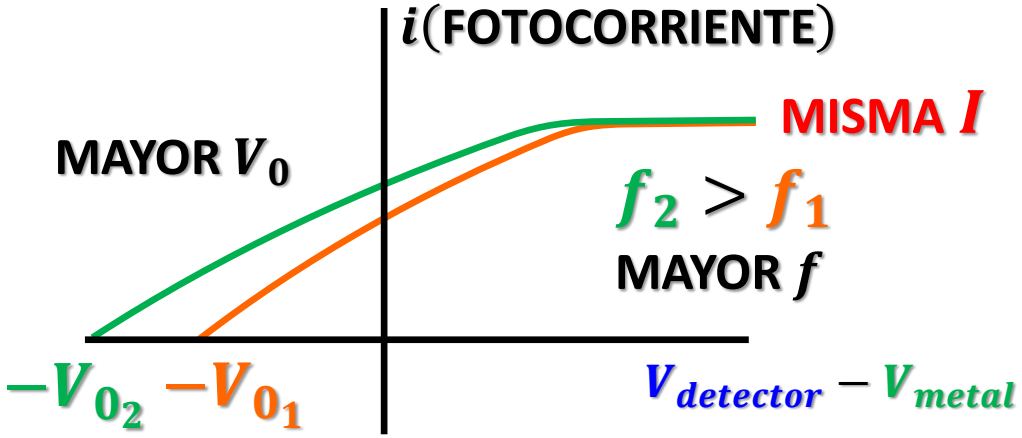
A MAYOR INTENSIDAD DE RADIACIÓN INCIDENTE, MÁS FOTOCORRIENTE POR LO TANTO MÁS ELECTRONES EXTRAIDOS

FÍSICA MODERNA

EXPERIMENTOS

SEGUNDO EXPERIMENTO:

EL VOLTAJE DE FRENADO (V_0) DEPENDE DE LA FRECUENCIA DE RADIACIÓN INCIDENTE.

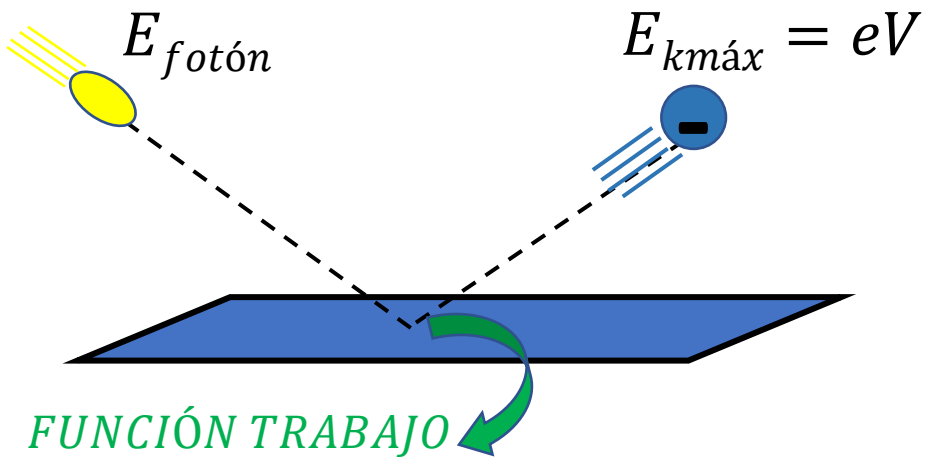


$f_1 > f_2$ ⇒ $E_{K\,MÁX\,1} > E_{K\,MÁX\,2}$

FÍSICA MODERNA

HIPÓTESIS DE EINSTEIN

- LA LUZ ESTÁ FORMADO POR PAQUETES, MUY PEQUEÑOS, LLAMADOS FOTONES.
- UN ELECTRÓN ABSOBE INTEGRAMENTE A UN FOTÓN (UNO CONTRA UNO).
- LOA ELECTRONES SALEN EN FORMA CASI INSTANTÁNEA $(10^{-9}s)$.



$$E_{FOTÓN} = \emptyset + E_{KMÁX}$$

$E_{FOTÓN}$: ENERGÍA DEL FOTÓN

$\emptyset$: FUNCIÓN TRABAJO (ES LA ENERGÍA MÍNIMA PARA ARRANCAR UN ELECTRÓN)

$E_{KMÁX}$: ENERGÍA CINÉTICA MÁXIMA DEL ELECTRÓN

Por Planck:

$$hf = \emptyset + E_{KMÁX}$$

$$h\frac{C}{\lambda} = \emptyset + E_{KMÁX}$$

C: VELOCIDAD DE LA LUZ EN EL VACÍO

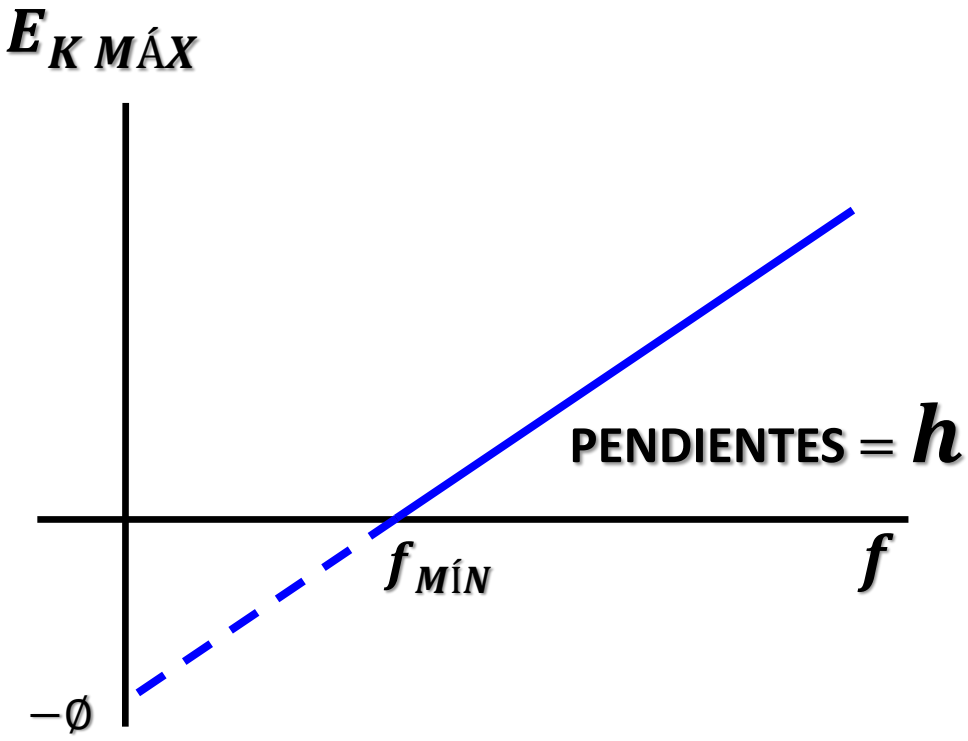
$C = 3x10^8 m/s$

λ: LONGITUD DE ONDA

FÍSICA MODERNA

$$hf = \emptyset + E_{KMÁX}$$

$$E_{KMÁX} = hf - \emptyset$$



¿SI LA $E_{K\,MÁX} = 0$?

$$E_{fotón} = \emptyset + 0$$

$$hf_{mín} = \emptyset$$

$$f_{mín} = \frac{\emptyset}{h}$$

(frecuencia umbral)

$$hf_{mín} = \emptyset$$

$$h\frac{C}{\lambda_{máx}} = \emptyset$$

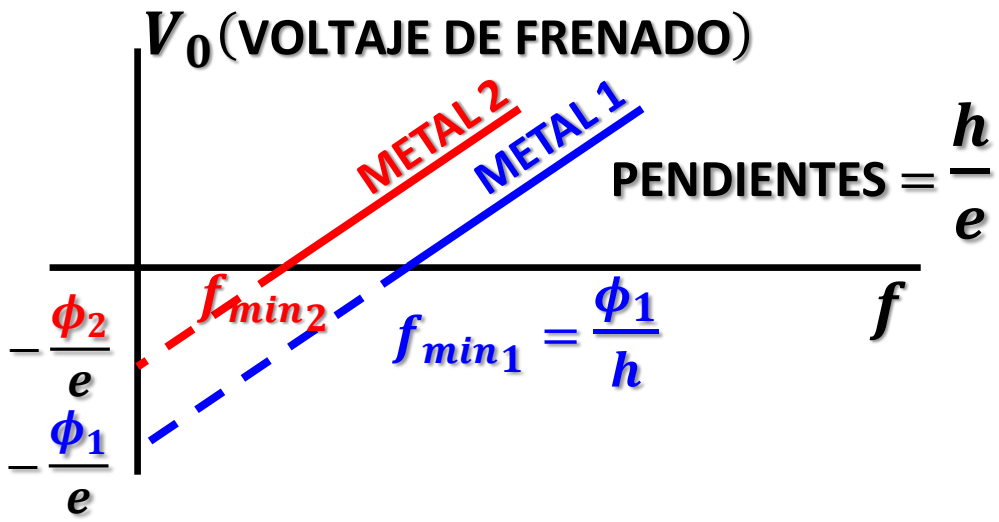
$$\lambda_{máx} = \frac{hC}{\emptyset}$$

(longitud de onda umbral)

FÍSICA MODERNA

DEMOSTRACIÓN DEL LA HIPÓTESIS DE EINSTEIN

R. MILLIKAN, LUEGO DE INTENTAR MOSTRAR QUE EINSTEIN ESTABA EQUIVOCADO, EN 1916 PRESENTO LOS RESULTADOS QUE LE DABAN LA RAZÓN A EINSTEIN.



$MAYOR\ I \Rightarrow MAYOR\ DE\ e_s\ EXSTRAIDOS \Rightarrow AUMENTA\ i$

$MAYOR\ f \Rightarrow MAYOR\ E_{K\ MÁX} \Rightarrow AUMENTA\ V_0$

DE LA FUNCIÓN TRABAJO (∅)

- *ENERGÍA MÍNIMA PARA EXTRAER UN ELECTRÓN*
- *NO DEPENDE DE LA RADIACIÓN INCIDENTE*
- *DEPENDE DEL MATERIAL DE LA PLACA*

FÍSICA MODERNA

SOLO PARA QUE NO LO OLVIDES

$$E_{fotón} = \emptyset + E_{K\ MÁX}$$

$$hf = \emptyset + eV_0$$

$$hf = hf_{mín} + eV_0$$

$$h\frac{C}{\lambda} = h\frac{C}{\lambda_{máx}} + eV_0$$

$$e = 1{,}6x10^{-19}C$$

$$V_0 = voltaje\ de\ frenado$$

$$h = 6{,}626x10^{-34}\ J \cdot s$$

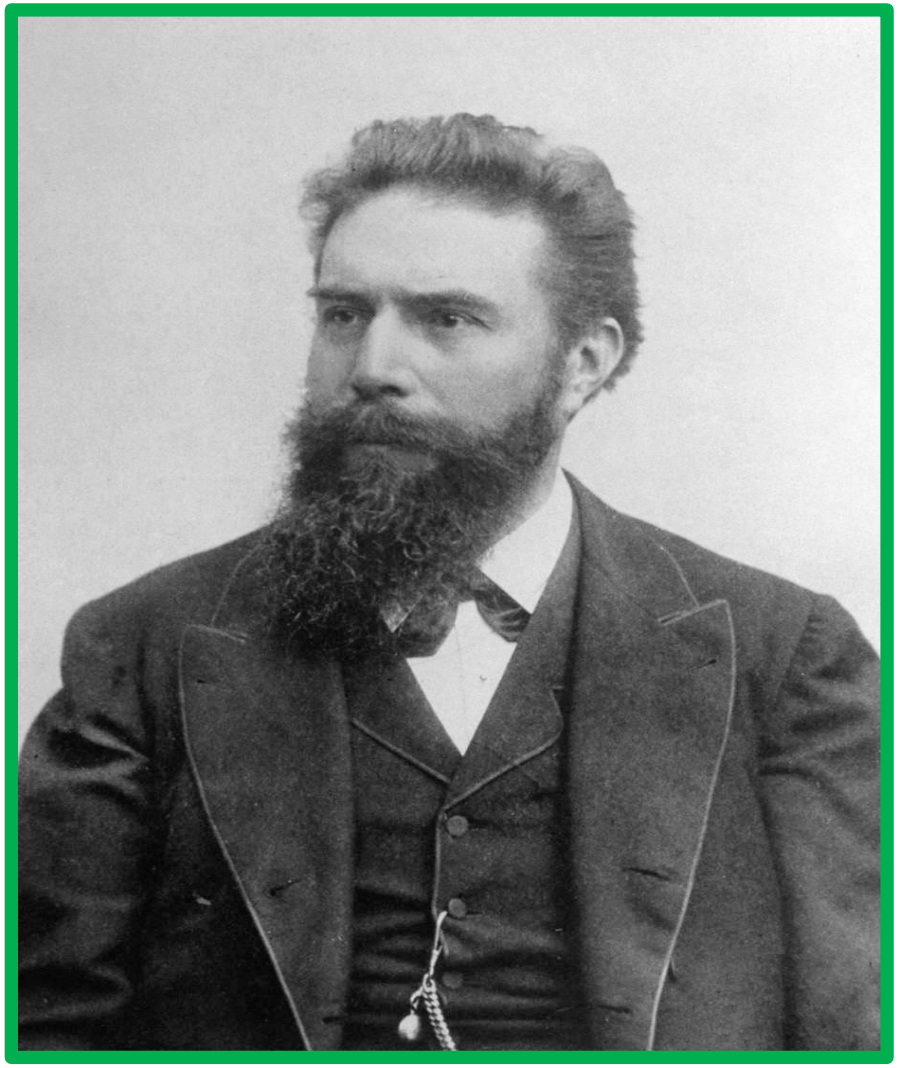
$$h = 4{,}14x10^{-15}\ eV \cdot s$$

FÍSICA MODERNA

GENERACIÓN DE LOS RAYOS X

WILHELM RÖNTGEN GENERÓ RAYOS X POR PRIMERA VEZ EN 1895, LOS ELECTRONES SE LIBERAN DESDE UN FILAMENTO POR EMISIÓN TERMOIÓNICA. LOS ELECTRONES SE ACELERAN HACIA UN BLANCO POR UNA DIFERENCIA DE POTENCIAL V_{AC}. SE FORMA VACÍO EN EL BULBO , DE MODO QUE LOS ELECTRONES PUEDAN VIAJAR DESDE EL FILAMENTO HASTA EL BLANCO. CUANDO V_{AC} ES DE UNOS CUANTOS MILES DE VOLTS O MÁS, LOS RAYOS X SE EMITEN DESDE LA SUPERFICIE DEL BLANCO.

EL BLANCO PRODUCE RAYOS X, EN PARTE, SIMPLEMENTE FRENANDO DE MANERA ABRUPTA A LOS ELECTRONES. (RECUERDE QUE LAS CARGAS ACELERADAS EMITEN ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS). LA MAYORÍA DE LOS ELECTRONES SE FRENAN POR UN SERIE DE COLISIONES E INTERACCIONES CON LOS ÁTOMOS DEL BLANCO, POR LO QUE LA RADIACIÓN DE FRENADO PRODUCE UN ESPECTRO CONTINUO DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA.



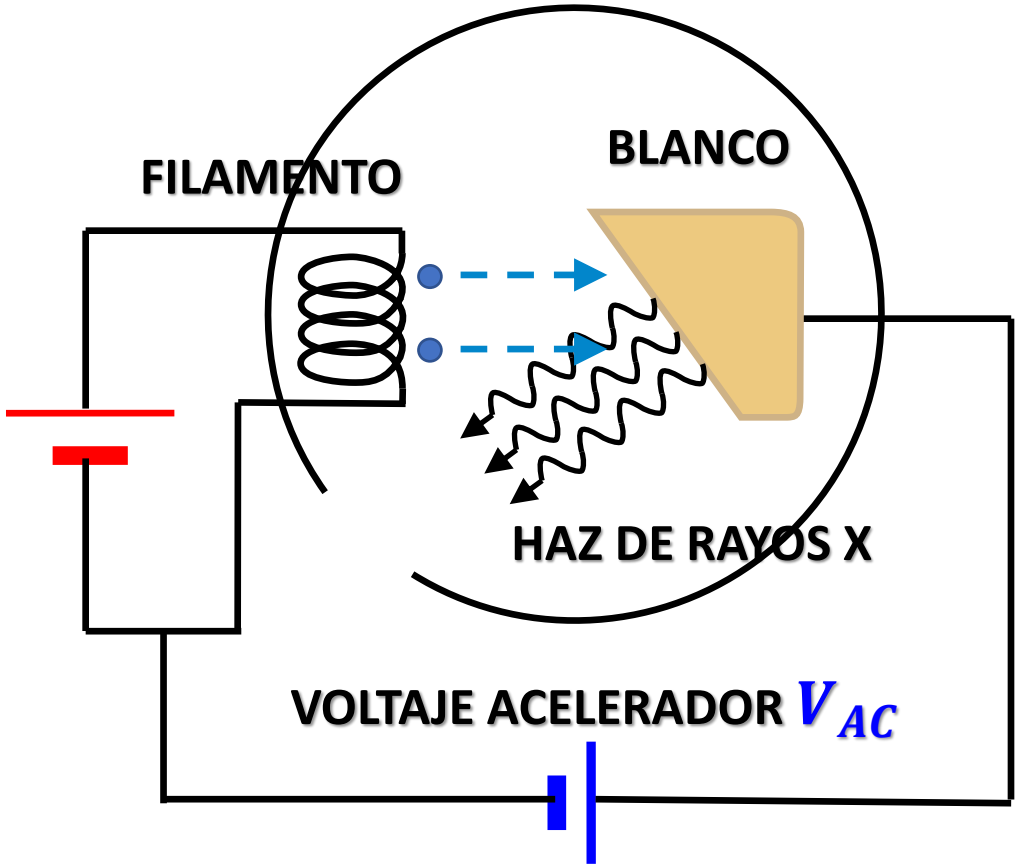
FÍSICA MODERNA

FUENTE QUE CALIENTA EL FILAMENTO PARA LA EMISIÓN TERMOIÓNICA

LOS ELECTRONES QUE SALEN DEL FILAMENTO PUEDEN TENER ENERGÍA CINÉTICA

FUENTE QUE ACELERA A LOS ELECTRONES EXPULSADOS DEL FILAMENTO PARA QUE COLISIONEN CON EL BLANCO.

CON EL TRABAJO DEL CAMPO HALLAMOS LA ENERGÍA CINÉTICA DE LOS ELECTRONES ANTES DE CHOCAR CON EL BLANCO.



$$(e)(\underbrace{V_{AC}}_{\sim 10\ kV}) = E_{k_{antes\ de\ chocar}} - \underbrace{E_{k_{salida\ del\ filamento}}}_{\approx 0}$$

$$E_{k_{antes\ de\ chocar}} = eV_{AC}$$

FÍSICA MODERNA

EXPLICACIÓN RAYOS X

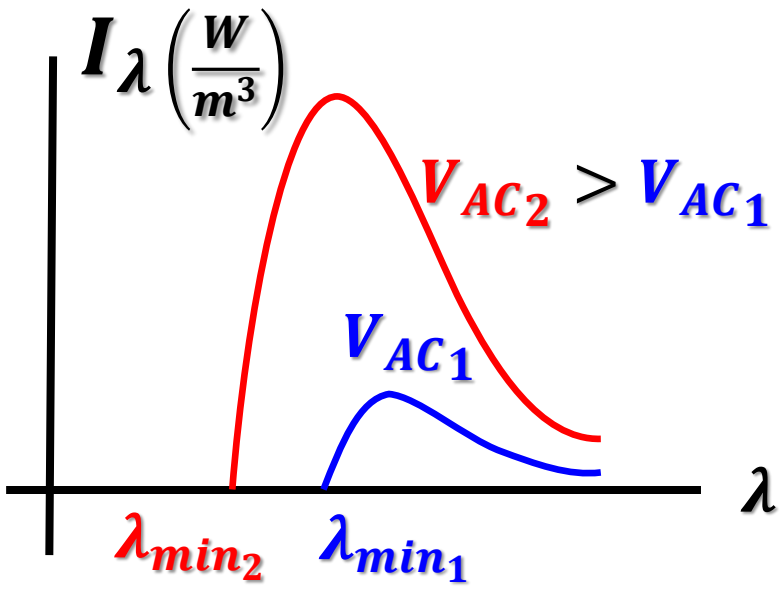
LA TEORÍA CLÁSICA PREDICE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS QUE SE PRODUCEN POR EL FRENADO DE UN ELECTRÓN, QUE INCIDIÓ FUERTEMENTE EN EL BLANCO, DEBERÍAN TENER UN ESPECTRO QUE INCLUYA TODAS LAS FRECUENCIAS Y, POR LO TANTO, TODAS LAS LONGITUDES DE ONDA.

PERO EXPERIMENTALMENTE VEMOS QUE NO SE EMITEN TODAS LAS FRECUENCIAS Y LONGITUDES DE ONDA DE LOS RAYOS X: CADA ESPECTRO TIENE UNA FRECUENCIA MÁXIMA f_{max} Y UNA LONGITUD DE ONDA MÍNIMA λ_{min} CORRESPONDIENTE. A MAYOR DIFERENCIA DE POTENCIAL V_{AC}, MÁS ALTA SERÁ LA FRECUENCIA MÁXIMA Y MÁS CORTA LA LONGITUD DE ONDA MÍNIMA.

EL MODELO ONDULATORIO DE LA RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA NO LOGRA EXPLICAR ESTOS RESULTADOS EXPERIMENTALES, PERO PODEMOS ENTENDERLOS FÁCILMENTE MEDIANTE EL MODELO DE FOTÓN.

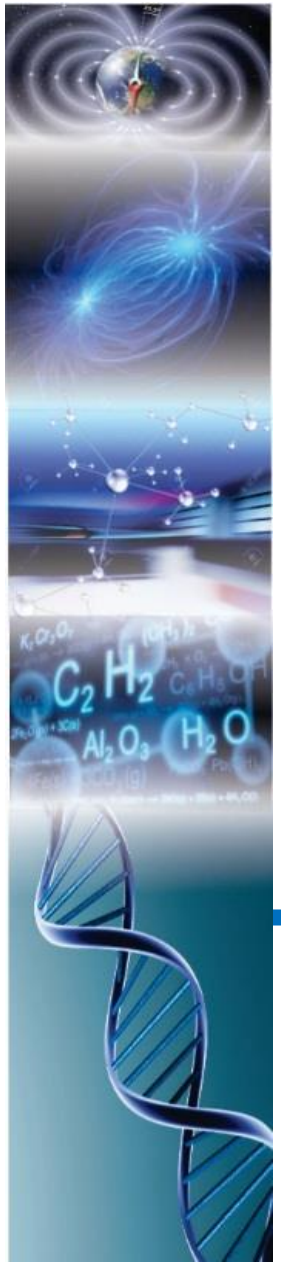
UN ELECTRÓN TIENE CARGA $-e$ Y GANA ENERGÍA CINÉTICA eV_{AC} AL PASAR A TRAVÉS DEL VOLTAJE ACELERADOR V_{AC}. EL FOTÓN MÁS ENERGÉTICO (FRECUENCIA MÁS ALTA Y LONGITUD DE ONDA MÁS CORTA) SE PRODUCE SI EL ELECTRÓN SE FRENA COMPLETAMENTE CUANDO HACE CONTACTO CON EL BLANCO POR PRIMERA VEZ, DE MODO QUE LA TOTALIDAD DE SU ENERGÍA CINÉTICA ES UTILIZADA PARA PRODUCIR UN FOTÓN, ES DECIR,

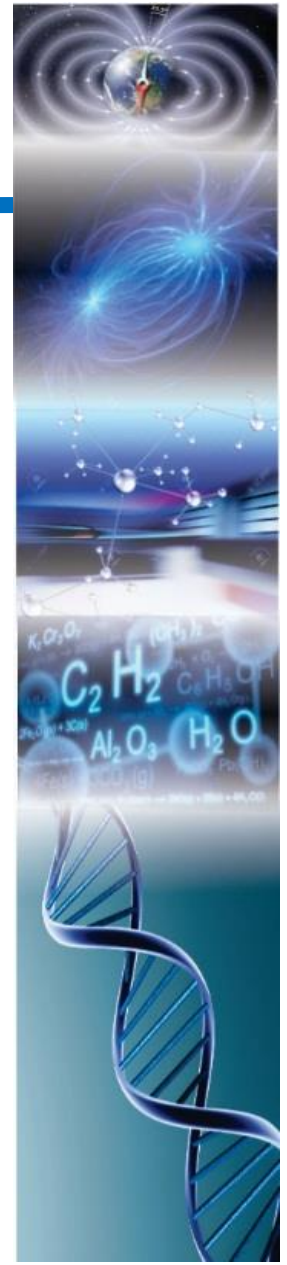
FÍSICA MODERNA



COMO LA INTENSIDAD ESTA ASOCIADA AL NÚMERO DE FOTONES EMITIDOS, VEMOS QUE EN COMPARACIÓN CON EL NÚMERO DE FOTONES DE MENOR ENERGÍA, LOS FOTONES MÁS ENERGÉTICOS SE EMITEN EN UN NÚMERO MUY REDUCIDO SIENDO ESTE EVENTO EL MENOS PROBABLE EXPERIMENTALMENTE.

$$eV_{AC} = E_{FOTÓN\ MÁS\ ENERGÉTICO} = hf_{max} = \frac{hc}{\lambda_{min}}$$





MOMENTO DE PRACTICAR

- **PROBLEMAS Y RESOLUCIÓN**

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 1

Respecto al modelo de Planck, se puede afirmar que:

I. El modelo fue planteado para explicar la radiación del cuerpo negro.

II. La hipótesis de Planck consistió en que la energía emitida por un cuerpo negro tiene valores discretos.

III. Las curvas obtenidas de las teorías clásicas, difieren enormemente de las curvas experimentales, en el rango de las pequeñas longitudes de onda, menores a las del color violeta.

A) VVV B) VFV C) VVF

D) FVF E) FFF

SOLUCIÓN:

$I)\ VERDADERO.$

$II)\ VERDADERO, Es\ una\ de\ las\ hipótesis\ de\ Planck.$

$III)\ VEDADERO, Se\ le\ llamó\ "CATÁSTROFE\ UV"$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 2

Respecto al comportamiento corpuscular de la radiación, señale la veracidad (V) o falsedad (F) de las siguientes proposiciones:

I. En el comportamiento corpuscular de la radiación, esta se considera como corpúsculos de energía.

II. La energía de un corpúsculo de una radiación con frecuencia ν es proporcional a dicha frecuencia.

III. Una radiación de frecuencia ν emite cuantos de energía hν, donde h es una constante universal llamada constante de Planck.

A) VVV B) VFV C) VVF

D) FVV E) FFF

SOLUCIÓN:

$I)\ VERDADERO, Posteriormente\ a\ los\ corpúsculos\ se\ les\ llamó\ fotones.$

$II)\ VERDADERO: \quad E_{fotón} = hf$

$III)\ VERDADERO.$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 9

Respecto del efecto fotoeléctrico, señale el valor de verdad de las siguientes proposiciones:

I. Comprueba la naturaleza ondulatoria de la luz.

II. La cantidad de fotoelectrones depende de la intensidad de la luz.

III. La energía de los fotoelectrones depende de la diferencia de potencial entre el cátodo y el ánodo.

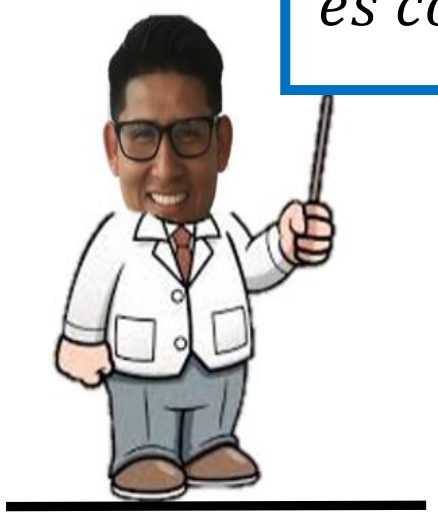
A) VVV B) VFV C) FVF
D) VVF E) FFV

SOLUCIÓN:

$I)\ FALSO, Comprueba\ la\ naturaleza\ corpuscular.$

$II)\ VERDADERO, Ya\ que\ a\ mayor\ intensidad\ mayor\ corriente\ fotoeléctrica.$

$III)\ FALSO, El\ voltaje\ de\ frenado\ es\ consecuancia\ de\ la\ E_{K\ MÁX}.$



FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 10

Respecto del Efecto fotoeléctrico, señale verdadero (V) o falso (F):

I. La función trabajo es la mínima energía que requiere el electrón para escapar de la placa fotoeléctrica.

II. Tanto mayor es la intensidad de la luz incidente sobre la placa mayor es la energía cinética de los fotoelectrones emitidos.

III. La detección de la fotocorriente solo es posible si es que se establece un voltaje acelerador entre la placa emisora y el ánodo detector.

A) VVV B) VFF C) FFV
D) VFV E) FVF

SOLUCIÓN:

$I)\ VERDADERO$

$II)\ FALSO, Aumenta\ el\ número\ de\ electrones\ extraidos.$

$III)\ VERDADERO$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 11

Con respecto al efecto fotoeléctrico indique verdadero (V) o falso (F), según corresponda:

I. La función trabajo ϕ depende de la frecuencia de la radiación incidente.

II. La energía de un fotón se transfiere íntegramente al electrón.

III. La energía cinética máxima de los fotoelectrones depende de la intensidad de la radiación incidente.

A) FFF B) FFV C) FVF

D) VVF E) VVV

SOLUCIÓN:

$I)\ FALSO, Solo\ depende\ de\ la\ placa\ fotosensible.$

$II)\ VERDADERO, Un\ electrón\ absobe\ íntegramente\ un\ fotón.$

$III)\ FALSO, Depende\ de\ la\ frecuencia.$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 12

Respecto al Efecto Fotoeléctrico. ¿Cuáles de las siguientes proposiciones son verdaderas?

I. La intensidad de la corriente fotoeléctrica es directamente proporcional a la frecuencia de la luz incidente.

II. La máxima energía cinética de los fotoelectrones depende de la diferencia de potencial entre la placa fotoeléctrica y el ánodo.

III. El voltaje de frenado es tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad del haz de luz que incide sobre la placa fotoeléctrica.

A) Sólo I B) Sólo II C) Sólo III

D) Todas E) Ninguna.

SOLUCIÓN:

$I)\ FALSO, Depende\ se\ la\ intensidad\ de\ radiación.$

$II)\ FALSO, Depende\ de\ la\ frecuencia\ de\ radiación\ incidente.$

$III)\ FALSO, Depende\ de\ la\ energía\ cinética\ máxima.$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 13

Respecto al efecto fotoeléctrico, identifique el número de proposiciones correctas:

I. Es la emisión de radiación de un metal al bombardearse con electrones muy energéticos.

II. Toda radiación que llega a un metal puede extraer electrones.

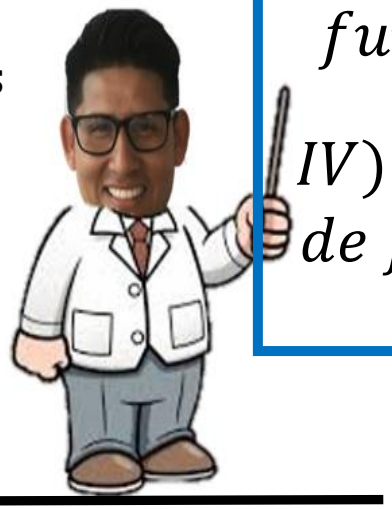
III. A mayor función trabajo de un metal, los fotoelectrones saldrán con mayor energía cinética de este metal.

IV. A mayor intensidad de la radiación incidente, los fotoelectrones saldrán con mayor energía cinética.

A) Ninguna B) Una C) Dos

D) Tres E) Todas

SOLUCIÓN:



$I)\ FALSO, Es\ la\ emisión\ de\ electrones\ por\ la\ radiación\ de\ alta\ frecuencia.$

$II)\ FALSO, Solo\ los\ que\ poseen\ alta\ frecuencia.$

$III)\ FALSO, La\ energía\ cinética\ máxima\ depende\ de\ la\ frecuencia\ de\ radiación\ incidente, no\ de\ la\ función\ trabajo.$

$IV)\ FALSO, Sandrá\ mayor\ cantidad\ de\ fotoelectrones.$

EJERCICIO 14

La figura corresponde al efecto fotoeléctrico. Señale la veracidad (V) o falsedad (F) de las siguientes proposiciones:

I. La pendiente de la recta es h.

II. La extrapolación de la recta si $\nu = 0$ corresponde al negativo de la función trabajo.

III. La $E_{c.max}$ es proporcional a la frecuencia.

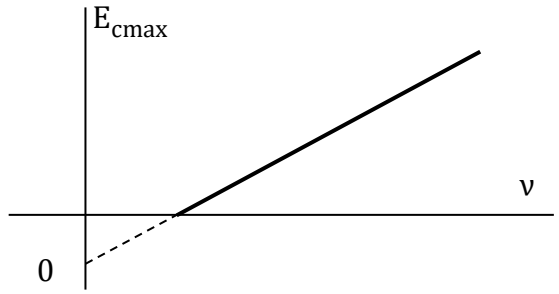
A) VVV

B) VVF

C) FVV

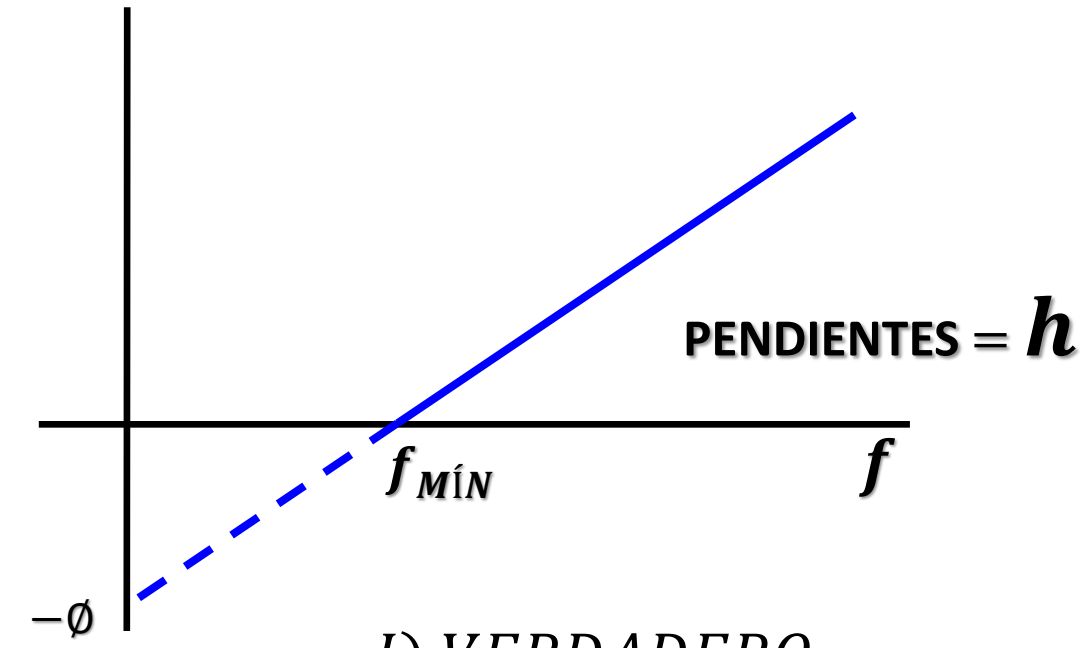
D) VFV

E) FFF



SOLUCIÓN:

$$E_{KMÁX} = hf - \emptyset$$



I) VERDADERO

II) VERDADERO

III) FALSO, La gráfica no parte del origen.

EJERCICIO 15

La figura muestra un resultado experimental de efecto fotoeléctrico. Halle aproximadamente (en eV) la función trabajo del metal.

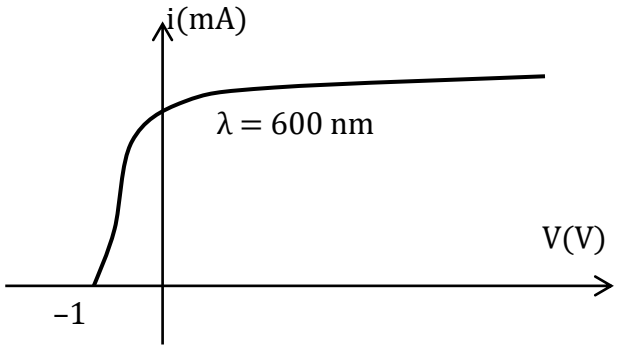
A) 1,07

B) 1,54

C) 2,08

D) 2,80

E) 3,05



SOLUCIÓN:

$$E_{FOTÓN} = \emptyset + E_{KMÁX}$$

$$h\frac{C}{\lambda} = \emptyset + eV_0$$

$$4{,}14x10^{-15}eV\,\frac{3x10^{8}\,\frac{m}{s}}{600x10^{-9}m} = \emptyset + e(1V)$$

$$2{,}07eV = \emptyset + 1eV$$

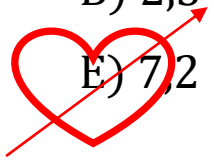
$$\emptyset = 1{,}07eV$$

EJERCICIO 17

Un haz de luz monocromática con frecuencia de 10^{16} Hz incide sobre un material cuya función trabajo es de 3 eV. Halle la frecuencia umbral del material (en 10^{14} Hz).

A) 1,4 B) 2,5 C) 3,6

D) 5,8 E) 7,2



SOLUCIÓN:

$$f_{mín} = \frac{\emptyset}{h} \quad (frecuencia\ umbral)$$

$$f_{mín} = \frac{3\ eV}{4{,}14x10^{-15}\ eV \cdot s}$$

$$f_{mín} = 0{,}72x10^{15} s^{-1}$$

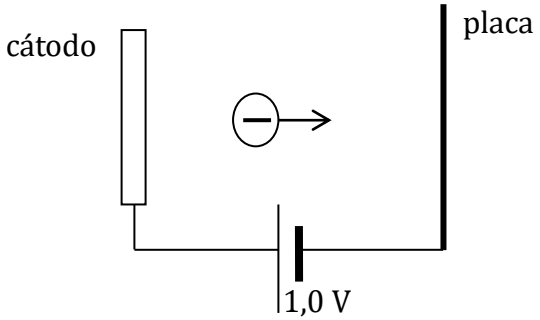
$$f_{mín} = 7{,}2x10^{14}\ Hz$$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 18

En un experimento de efecto fotoeléctrico se ilumina un cátodo de oro con radiación de frecuencia 3,4 × 10^{15} Hz. Frente al cátodo se coloca una placa metálica a −1,0 V respecto al cátodo. ¿Cuál es aproximadamente la máxima velocidad (en 10^6 m/s) con la que un fotoelectrón alcanza la placa?
Función trabajo del oro = 5,1 eV
Masa del electrón = 9,1 10^{-31} kg

A) 0,66
B) 1,66
C) 2,66
D) 3,66
E) 4,66
UNI 2009-II



SOLUCIÓN:

$$E_{fotón} = \emptyset + E_{K\ MÁX}$$

$$hf = \emptyset + E_{K\ MÁX}$$

$$4{,}14x10^{-15}eV \cdot s(3{,}4x10^{15}s^{-1}) = 5{,}1eV + E_{K\ MÁX}$$

$$14eV = 5{,}1eV + E_{K\ MÁX}$$

$$E_{K\ MÁX} = 8{,}9\ eV$$

$$W^{NETO} = E_{K\ FINAL} - E_{K\ INICIAL}$$

$$-1eV = E_{K\ FINAL} - 8{,}9eV$$

$$E_{K\ FINAL} = 7{,}9\ eV$$

$$\frac{1}{2}m_e v^2 = 7{,}9\ eV$$

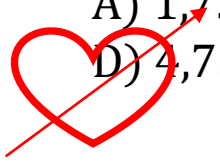
$$\frac{1}{2}(9{,}1x10^{-31}kg)v^2 = 7{,}9\ (1{,}6x10^{-19}J)$$

$$v = 1{,}66x10^6\ m/s$$

EJERCICIO 21

La longitud de onda umbral del efecto fotoeléctrico de la plata es 262 nm, calcule la función trabajo de la plata en eV.

A) 1,73 B) 2,73 C) 3,73
D) 4,73 E) 5,73 UNI 2009-I



SOLUCIÓN:

$$\lambda_{máx} = \frac{hC}{\emptyset}$$ *(longitud de onda umbral)*

$$\emptyset = \frac{hC}{\lambda_{MÁX}}$$

$$\emptyset = \frac{4{,}14x10^{-15}eV \cdot s(3x10^{8}\frac{m}{s})}{262x10^{-9}m}$$

$$\emptyset = \frac{12{,}42x10^{-7}eV \cdot m}{2{,}62x10^{-7}m}$$

$$\emptyset = 4{,}74\ eV$$

FÍSICA MODERNA

EJERCICIO 23

De las siguientes proposiciones señale cuál(es) son correctas con respecto a los rayos X.

I. Tienen carga negativa y sólo se pueden mover en el vacío.

II. Tienen carga positiva y se pueden mover en el vacío o el aire.

III. Es una radiación electromagnética de menor energía que las microondas.

A) Sólo I B) Sólo II C) I y III

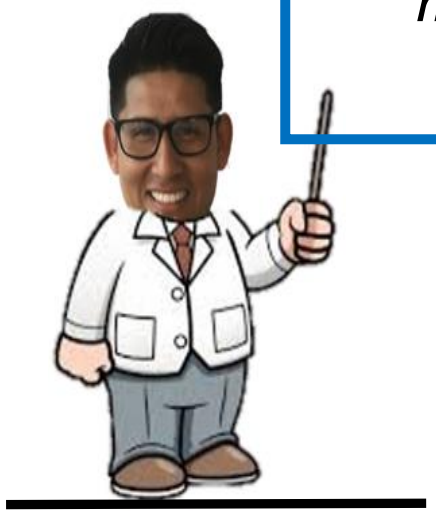
D) II y III E) Ninguna.

SOLUCIÓN:

$I)\ FALSO, Los\ rayos\ X\ no\ poseen\ carga\ eléctrica\ y\ pueden\ moverse\ en\ el\ vacío\ y\ en\ un\ medio\ físico.$

$II)\ FALSO, No\ poseen\ carga\ eléctrica.$

$III)\ FALSO, Los\ rayos\ X\ poseen\ mayor\ frecuencia\ que\ las\ microondas.$



EJERCICIO 24

La figura muestra la distribución espectral de la emisión continua de rayos X. Determine (en kV) el voltaje acelerador de los electrones.

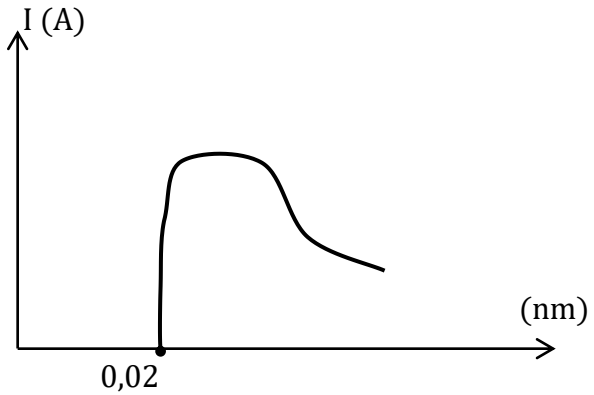
A) 62

B) 31

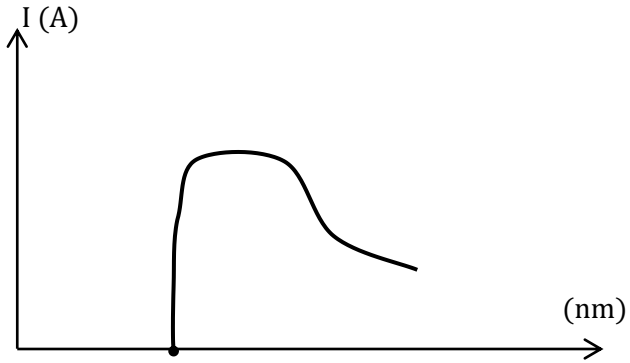
C) 28

D) 55

E) 52



SOLUCIÓN:



$\lambda_{mín} = 0{,}02\ nm$

$$eV = hf_{máx} = h\frac{C}{\lambda_{mín}}$$

$$eV = 4{,}14x10^{-15}\ eV \cdot s\ \frac{3x10^{8}\ m/s}{2 \cdot 10^{-11} m}$$

$$V = \frac{124{,}2x10^{3}}{2}\text{V}$$

$$V = 62\text{x}10^{3}\text{V} = 62\text{kV}$$

EJERCICIO 25

Para producir rayos X, se aplica 10^5 V entre dos electrodos en el interior de un tubo al vacío, determine la rapidez de los electrones desprendidos (en 10^8 m/s).

A) 1,2 B) 1,8 C) 2,5

D) 3,6 E) 4,3

SOLUCIÓN:

$$E_{K\,MÁX} = eV = hf_{máx} = h\frac{C}{\lambda_{mín}}$$

$$E_{K\,MÁX} = eV$$

$$\frac{1}{2}m_e v^2 = eV$$

$$\frac{1}{2}(9{,}11x10^{-31})v^2 = (1{,}6x10^{-19})(10^5)$$

$$4{,}56x10^{-31}v^2 = 16x10^{-15}$$

$$v^2 = 3{,}5x10^{16}$$

$$v = 1{,}87x10^8\ \frac{m}{s}$$

FIN DE LA SESIÓN

PRACTICA Y APRENDERÁS

SOLUCIÓN DEL EXAMEN

EJERCICIO 1

Respecto al efecto fotoeléctrico, determine la verdad (V) o falsedad (F) de las siguientes afirmaciones:

I. Ocurre cuando se hace incidir cualquier radiación sobre un metal.

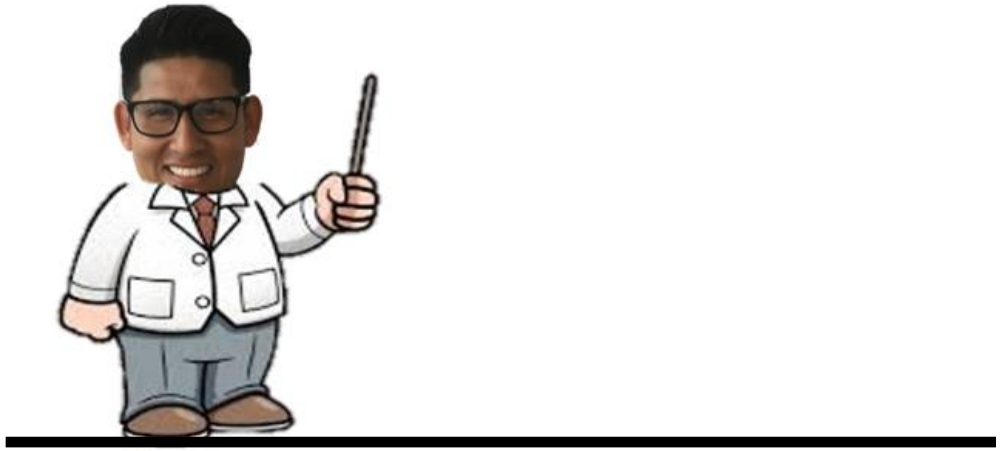
II. La función trabajo depende de la longitud de onda de la radiación incidente.

III. Los fotoelectrones emitidos por el metal son ondas electromagnéticas.

A) FVV B) VVV C) FVF
D) VVF E) FFF

SOLUCIÓN:

- FALS0 (DEBE SER LUZ DE ALTA FRECUENCIA)
- FALS0 (DEPENDE DE LA PLACA)
- FALS0 (SON ELECTRONES QUE SALES DISPARADOS)



SOLUCIÓN DEL EXAMEN

EJERCICIO 2

¿Qué cantidad de energía está asociada a un fotón perteneciente a una radiación de frecuencia 10^{18} Hz? (h = $6,6x10^{-34}$ J.s)

A) $2,2x10^{-14}$ J
B) $3,3x10^{-16}$ J
C) $6,6x10^{-16}$ J
D) $6,6x10^{-18}$ J
E) $3,3x10^{-32}$ J

$$E_{FOTÓN} = hf$$

$$E_{FOTÓN} = 6,6x10^{-34}(10^{18})$$

$$E_{FOTÓN} = 6,6x10^{-16}J$$

SOLUCIÓN:

SOLUCIÓN DEL EXAMEN

EJERCICIO 3

Fotones iguales, en número de 1020 chocan con un sistema sucesivamente uno tras u otro y le entregan toda su energía. Si han elevado la energía de dicho sistema en 6,6 J, determine la frecuencia de la radiación.

(h = $6{,}6x10^{-34}$ J.s)

A) $9{,}8x10^{30}$ Hz B) $1{,}4x10^{30}$ Hz C) $1{,}1x10^{28}$ Hz
D)$4{,}5x10^{38}$Hz E) $1{,}6x10^{18}$ Hz

SOLUCIÓN:

$$E_{TOTAL} = nhf$$

$$6{,}6 = 1020(6{,}6x10^{-34})f$$

$$1 = 1020(10^{-34})f$$

$$f = \frac{10000x10^{30}}{1020}$$

$$f = 9{,}8x10^{30}Hz$$